

BEST AVAILABLE COPY

PCT/JP 2004/011905

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

23. 8. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 2 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 9 9 2 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 9 9 9 2 7]

REC'D 15 OCT 2004

WIPO

PCT

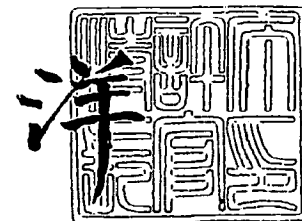
出 願 人 理学電機工業株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 6119
【提出日】 平成15年 8月25日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H05G 1/02
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府高槻市赤大路町 1 4 番 8 号 理学電機工業株式会社内
 【氏名】 山田 隆
【特許出願人】
 【識別番号】 000250351
 【氏名又は名称】 理学電機工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100087941
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 杉本 修司
【選任した代理人】
 【識別番号】 100086793
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 野田 雅士
【選任した代理人】
 【識別番号】 100112829
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 堤 健郎
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 012793
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9911693

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

1 次ターゲットを有する X 線管と、
その X 線管から発生した X 線が照射される 2 次ターゲットとを備え、
その 2 次ターゲットから、Be-K α 線、Si-L 線および Al-L 線の一群から選ばれた 1 つの蛍光 X 線を発生させる EUV 光源。

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記 X 線管から発生した X 線が前記 2 次ターゲットにおいて Si-K 殻の電子を励起し、カスケード励起により Si-L 線を発生させる EUV 光源。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、
前記 2 次ターゲット表面の酸化膜が除去されている EUV 光源。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかにおいて、
前記 X 線管から発生した X 線がポリキャピラリにより集光されて 2 次ターゲットに照射される EUV 光源。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれかにおいて、
人工多層膜または全反射ミラーにより、前記 2 次ターゲットから発生した X 線が前記 1 つの蛍光 X 線に単色化される EUV 光源。

【書類名】明細書

【発明の名称】EUV光源

【技術分野】

【0001】

本発明は、波長13.5nm近傍のEUV (Extreme UltraViolet) を発生する光源に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、半導体製造用の露光光源として、液化Xe (キセノン) にYAGレーザを照射して波長13.5nmのEUVを発生させるレーザプラズマ光源の開発が進められている (例えば、特許文献1の段落0003参照)。この開発中の光源を評価するためには、評価用の光学系として、回折格子、人工多層膜およびフィルタが必要となり、これらの光学系を評価するためには、開発中の光源の代替となる評価用の光源として、波長13.5nm近傍のEUVを発生する光源が必要となる。この評価用の光源として、SR (Synchrotron Radiation) 光や、Siターゲットに電子線を照射してEUVを発生させる光源がある。

【特許文献1】特開2003-185798号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、SR光を得るには巨大な設備が必要である。また、Siターゲットに電子線を照射するものでは、可視光や赤外光も発生するので、それが検出器に入射してEUVの検出を妨害することのないように出射部にBe膜などの窓を設ける必要があり、そのためにEUVの強度が著しく減衰してしまう。さらに、Siターゲットの表面が電子線によって損傷するので、長時間の安定動作が困難である。

【0004】

本発明は前記従来の問題に鑑みてなされたもので、簡単な構造で、十分な強度のEUVを安定して発生させることができ、レーザプラズマ光源の代替となるEUV光源を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記目的を達成するために、本発明にかかるEUV光源は、1次ターゲットを有するX線管と、そのX線管から発生したX線が照射される2次ターゲットとを備え、その2次ターゲットから、Be-K α 線、Si-L線およびAl-L線の一群から選ばれた1つの蛍光X線を発生させる。

【0006】

本発明によれば、2次ターゲットにX線管からのX線を照射し、EUVとしてBe-K α 線 (波長11.4nm)、Si-L線 (波長13.55nm) またはAl-L線 (波長17.14nm) を発生させるので、簡単な構造で、十分な強度のEUVを安定して発生させることができ、レーザプラズマ光源 (波長13.5nm) の代替にできる。

【0007】

本発明においては、前記X線管から発生したX線が前記2次ターゲットにおいてSi-K殻の電子を励起し、カスケード励起によりSi-L線を発生させることが好ましい。ここで、2次ターゲット表面の酸化膜が除去されていることがさらに好ましい。また、前記X線管から発生したX線がポリキャピラリにより集光されて2次ターゲットに照射されることが好ましい。さらに、人工多層膜または全反射ミラーにより、前記2次ターゲットから発生したX線が前記1つの蛍光X線に単色化されることが好ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明の一実施形態であるEUV光源について説明する。この光源は、図1に示

出証特2004-3087496

すように、Mo、Rh、PdまたはCrを1次ターゲットとして有するX線管1と、そのX線管1から発生したX線2（前記1次ターゲットに応じて、Mo-L α 線（波長0.541nm）、Rh-L α 線（波長0.460nm）、Pd-L α 線（波長0.437nm）またはCr-K α 線（波長0.229nm）となる）が照射されるSiの2次ターゲット4とを備え、その2次ターゲット4から、EUVとして蛍光X線であるSi-L線5を発生させる。

【0009】

ここで、X線管1からのX線2によってSi-L殻を直接に効率よく励起することは容易でないので、X線管1から発生したX線2でSi-K殻の電子を励起し、カスケード励起によりSi-L線5を発生させる。Siの2次ターゲット4表面に酸化膜があるとSi-L線5が発生しにくく、例えば熱処理などによって自然酸化膜よりも厚い酸化膜が形成されていると特に発生しにくいので、この実施形態の光源では、あらかじめ弗酸を用いてSiの2次ターゲット4表面の酸化膜を除去している。2次ターゲット4を含むこの光源は、真空中で使用されるので、除去後使用中にSiの2次ターゲット4表面に酸化膜が再度形成されることはない。なお、EUVとしてBe-K α 線またはAl-L線を発生させてもよく、この場合には対応して2次ターゲット4にはBeまたはAlを用いる。Be-K α 線が発生させる場合には、カスケード励起によらずX線管1からのX線2で直接にBe-K殻を励起する。Al-L線が発生させる場合には、Si-L線と同様にカスケード励起による。

【0010】

この実施形態の光源では、X線管1から発生したX線2がポリキャピラリ4により集光されて2次ターゲット4に照射される。2次ターゲット4から発生するX線5には、目的とするSi-L線の他にSi-K線やX線管1から発生したX線2の散乱線も含まれるが、人工多層膜（ここでは湾曲型）6でのブラッグ反射によりSi-L線に単色化できる。人工多層膜6でブラッグ反射されたSi-L線は、全反射ミラー（ここでは湾曲型）7で全反射され、スリット8を焦点として通過して、評価対象の例えば回折格子10に照射されて回折され、検出器であるCCD9に集光されつつ入射する。スリット8を通過したSi-L線は、評価対象が人工多層膜である場合にはブラッグ反射され、フィルタである場合にはフィルタリングされて、CCD9に入射する。評価対象が人工多層膜やフィルタである場合には、検出器として、CCDに代えてF-PCなどのX線検出器を用いてもよい。

【0011】

人工多層膜6と全反射ミラー7は、2次ターゲット4から発生したX線5の垂直成分と水平成分をそれぞれ独立に集光するようにいわゆるKB（Kirkpatrick-Baez）配置となっている。また、人工多層膜6と全反射ミラー7の両方がプリースター角で反射すると、全反射ミラー7で反射後のSi-L線の強度がなくなってしまうので、少なくとも一方の反射角はプリースター角から外れるように設定する。なお、2次ターゲット4から発生したX線5にはSi-L線よりも波長の長いX線はほとんど含まれていないので、人工多層膜6の代わりに全反射ミラーを用い、もう1枚の全反射ミラー7とで2次ターゲット4から発生したX線5を2回全反射することにより、Si-L線よりも波長の短いX線（Si-K線やX線管1から発生したX線2の散乱線など）を除去し、結果としてSi-L線に単色化することもできる。さらに、検出器9が十分に高いエネルギー分解能をもつ場合には、単色化は不要となるので、人工多層膜6や全反射ミラー7を用いず、2次ターゲット4から発生したX線5をそのままスリット8に入射させることができる。

【0012】

この実施形態の光源によれば、Siの2次ターゲット4にX線管1からのX線2を照射し、EUVとしてSi-L線（波長13.55nm）5を発生させるので、簡単な構造で、十分な強度のEUV5を安定して発生させることができ、レーザプラズマ光源（波長13.5nm）の代替にできる。ここで、X線管1から発生したX線2が2次ターゲット4においてSi-K殻の電子を励起し、カスケード励起によりSi-L線5を発生させ、し

かも S i の 2 次ターゲット 4 の表面には酸化膜がないので、特に効率よく E U V 5 を発生させることができる。また、X 線管 1 から発生した X 線 2 がポリキャピラリ 3 により例えば直径 1 5 0 μ m 程度に集光されて 2 次ターゲット 4 に照射されるので、微小に集光されるレーザプラズマ光源の代替として、より好ましい。さらに、人工多層膜 6 により、2 次ターゲット 4 から発生した X 線 5 が S i - L 線に単色化されるので、検出器 9 にはエネルギー分解能が要求されない。

【 0 0 1 3 】

なお、本発明においては、ポリキャピラリなどを用いず、X 線管からの X 線を集光せずに 2 次ターゲットに照射してもよい。また、光学系には、集中法でなく平行法によるもの（平板型の人工多層膜または全反射ミラーとソーラースリットとを用いるもの）を採用してもよい。さらに、用いる人工多層膜または全反射ミラーは、全部で 2 つ以上である必要はなく、1 つでもよい。例えば、X 線管からの X 線が集光されずに 2 次ターゲットに照射され、2 次ターゲットから発生した X 線が、ソーラースリットを通過し、単一の平板型人工多層膜で E U V に単色化されて、評価対象に照射されるような E U V 光源も、本発明に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

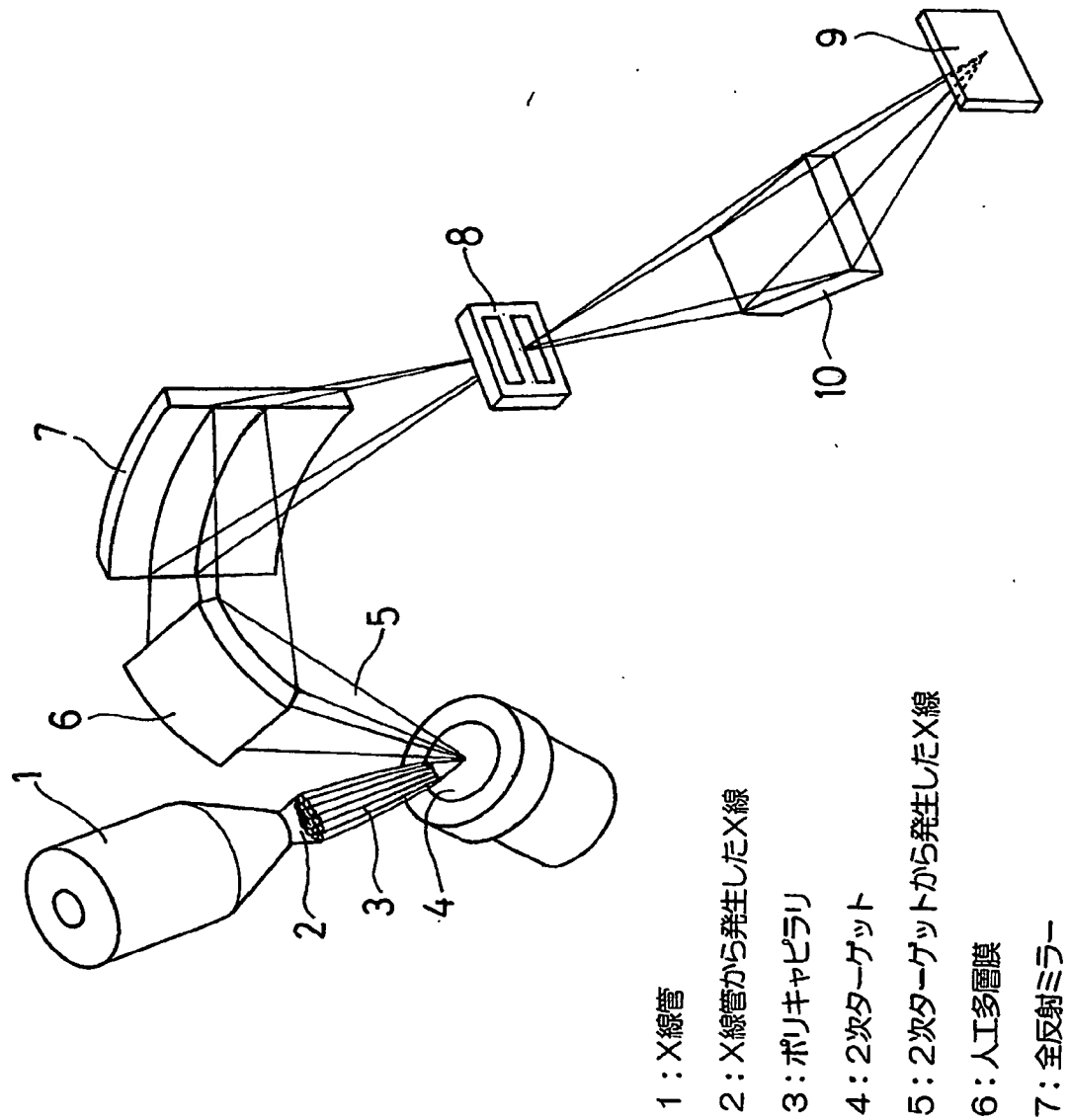
【図 1】本発明の一実施形態である E U V 光源の概略図である。

【符号の説明】

【 0 0 1 5 】

- 1 X 線管
- 2 X 線管から発生した X 線
- 3 ポリキャピラリ
- 4 2 次ターゲット
- 5 2 次ターゲットから発生した X 線
- 6 人工多層膜
- 7 全反射ミラー

【書類名】 図面
【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構造で、十分な強度の E U V を安定して発生させることができ、レーザープラズマ光源の代替となる E U V 光源を提供する。

【解決手段】 1 次ターゲットを有する X 線管 1 と、その X 線管 1 から発生した X 線 2 が照射される 2 次ターゲット 4 とを備え、その 2 次ターゲット 4 から、B e - K α 線、S i - L 線および A l - L 線の一群から選ばれた 1 つの蛍光 X 線 5 を発生させる。

【選択図】 図 1

特願 2003-299927

出願人履歴情報

識別番号

[000250351]

1. 変更年月日

1990年 8月 8日

[変更理由]

新規登録

住所

大阪府高槻市赤大路町14番8号

氏名

理学電機工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.